

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-201362

(P2001-201362A)

(43) 公開日 平成13年7月27日 (2001.7.27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 0 1 D 5/20		G 0 1 D 5/20	J 2 F 0 6 3
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30	1 0 1 A 2 F 0 7 7
// F 1 6 C 32/04		F 1 6 C 32/04	Z 3 J 1 0 2
H 0 2 K 7/09		H 0 2 K 7/09	5 H 6 0 7

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-9119(P2000-9119)

(22) 出願日 平成12年1月18日 (2000.1.18)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 篠崎 弘行

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社

荏原製作所内

(74) 代理人 100087066

弁理士 熊谷 隆 (外1名)

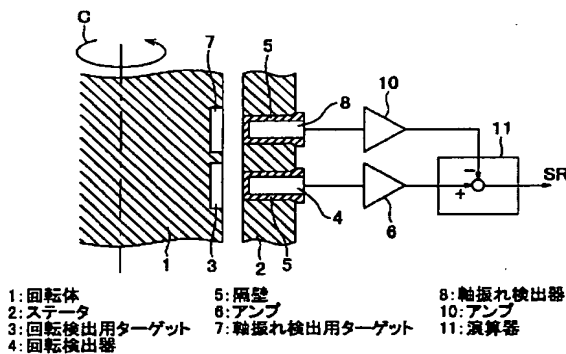
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転検出装置

(57) 【要約】

【課題】 最大軸振れが大きく、回転体の回転情報検出に優れ、且つ耐蝕性、低発塵性、長寿命、信頼性に優れ、回転数のみではなく、回転方向、回転角度位置、回転速度検出が可能で、ロータ側ターゲット材に磁性材、非磁性材どちらも使用可能な回転検出装置を提供すること。

【解決手段】 回転体1の回転を非接触で検出する回転検出器4と、回転体1の軸振れを検出する軸振れ検出器8を具備し、回転検出器4からの回転検出信号と軸振れ検出器8からの軸振れ検出信号とを処理し、該回転検出信号の信号成分から軸振れ成分を除去する信号処理手段(演算器11)を設けた。



本発明に係る回転検出装置の構成例

【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転体の回転を非接触で検出する回転検出器と、該回転体の軸振れを非接触で検出する軸振れ検出器を具備し、

前記回転検出器からの回転検出信号と前記軸振れ検出器からの軸振れ検出信号とを処理し、該回転検出信号の信号成分から軸振れ成分を除去する信号処理手段を設けたことを特徴とする回転検出装置。

【請求項2】 請求項1に記載の回転検出装置において、

前記回転体は磁気軸受で支持されており、前記軸振れ検出器に該磁気軸受のラジアル変位センサを使用することを特徴とする回転検出装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の回転検出装置において、

前記回転検出器の回転検出原理は渦電流式変位センサの検出原理と同じであり、該回転検出器の回転検出用ターゲットの対向面に不導電体隔壁を設けたことを特徴とする回転検出装置。

【請求項4】 請求項2又は3に記載の回転検出装置において、

前記回転検出器はA相信号を検出するA相検出器とB相信号を検出するB相検出器とを具備し、A相検出器を前記磁気軸受のラジアル磁気軸受のX軸と同位相に配置し、B相検出器を該X軸から90度位相角のずれたY軸と同位相に配置し、回転検出ターゲットのスリット形状がA相信号と該A相信号に対して90度位相のずれたB相信号が検出可能な形状であることを特徴とする回転検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転体、特に磁気軸受により浮上支持された最大軸振れ量の大きい回転体の回転情報（単純に回転数ではなく、回転方向、回転角度位置、回転速度）を非接触で検出する回転検出装置に関するもので、特に、例えば半導体製造装置等の耐蝕性、低発塵性が望まれる環境で使用するのに好適な回転検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、転がり軸受などに支持された回転体の回転情報を検出する回転検出装置は多数開発、提案されている。例えば、光学式エンコーダ、磁気式エンコーダ、レゾルバ、単純に回転数を検出するもの等がある。

【0003】光学式エンコーダは、ステータ側には発光部と受光部を備え、ロータに薄いターゲットを備えている。ターゲットには2種類あり、一つはターゲット円盤をガラス材で、その表面にNiなど光を遮る部材を蒸着などで付け、光を透過する部分と透過しない部分を交互に形成したものである。もう一つは、ターゲット円盤は

ステンレス鋼板で、その表面にエッチングによりスリットを形成したものである。出力としては、1回転に数百～数千パルス（一般的範囲）のA相信号とA相信号に対して位相が90度（deg）ずれたB相信号、1回転に1パルスのZ相信号、これら3種類の信号の反転信号がある。

【0004】磁気式エンコーダは、ステータ側には、磁気抵抗素子（MR素子）を備え、ロータ側には、磁性材ターゲットを備えている。ターゲットには2種類形式があり、一つはロータ表面に幾何学的に凹凸を付けたもの、もう一つは永久磁石などの磁化された部材を備えたものである。MR素子には、半導体MRセンサ（村田製作所製）や強磁性体MRセンサ（日立金属製）などがある。センサ回路の出力は、上記光学式エンコーダと同様である。

【0005】レゾルバは、軍事用に古くから開発されたものであり、民製品としては、自動車などの耐振動性能を要求される分野に利用されている。

【0006】単純に回転数を検出するものには、反射式回転センサ、渦電流を利用したもの、磁気回路のインダクタンス変化から検出するものがある。反射式回転センサは、携帯型のものがよく利用されている。これはロータ側にシール状の反射体か黒体の一つはあり、ステータ側には、発光部と反射光部を備えている。渦電流を利用したものは、一般的には回転体の振動検出などに利用されている。その応用例として、ロータの検出面（ターゲット面）に幾何学的凹凸を付けるなどすれば、回転数を検出することができる。ターゲット面は磁性材でも非磁性材でも可能である。

【0007】磁気回路のインダクタンス変化から検出するものには2種類ある。一つは、直流磁場を永久磁石かコイルに定電圧を印加して発生させ、検出コイルのインダクタンス変化から検出するものである。もう一つは交流磁場をコイルに定電圧の交流電圧を印加することにより発生させ、磁気回路のインダクタンス変化によって、コイルに発生する電流が変動する現象から検出するものである。

【0008】上記従来の回転検出装置を耐蝕性、低発塵（ノン・パーティクル）化するためには、検出部とロータ側ターゲット面間には、何らかの耐蝕性、低発塵部材からなる隔壁を備えるか、検出部のみを耐蝕性、低発塵部材で覆うなどの工夫が必要である。例えば、光学式エンコーダの場合、発光部や受光部素子表面は透明ガラスであるので、耐蝕性、低発塵性はあるが、それらを取付ける基板や配線、そして、検出部近傍にセンサ回路を備える必要があるので、電子回路などを耐蝕性、低発塵性部材でモールドする必要がある。

【0009】他の方式でも、磁気回路を使用しているので、その磁性材部の耐蝕性を別手法で備える必要がある。例えば、Niめっき、テフロンコーティング、セラ

ミックコーティングなど薄い耐蝕性皮膜を付ける。又は耐強酸性目的であれば、磁性材そのものをNi合金（例えば、パーマロイ：PC）にする。

【0010】また、励磁コイルや検出コイルなどコイル部材の絶縁皮膜の保護、耐蝕性、低発塵化のために、耐蝕性、低発塵性部材でモールドするなどの必要がある。更に、半導体製造装置などでは、構成部材から出るガスも問題になる。そのため、上記のモールド材にはエポキシ系の材料がよく利用される。

【0011】しかしながら、上記従来の耐蝕性、低発塵性の対策も、寿命、安定性などの耐環境性能上、必ずしも満足できるものではない。半導体製造装置では、ロータ側には被製品である基板（ウエハ）が存在し、不用意な金属イオンや有機物による汚染を避けたい。そのためキャン構造を採用することにより、電子回路等をロータ側の空間と連通する空間に配置しないようにしている。

【0012】検出部の表面を非磁性の薄い板で覆い、かつロータ側のターゲットの環境（空間）と検出部空間との差圧に耐えられる構造となっている。キャン部材にはSUS316L、SUS316、SUS304などのオーステナイト系ステンレス鋼やPEEK材（ポリエーテル・エーテルケトン）、セラミックス材（酸化アルミナ、酸化珪素）などが利用される。その結果下記のような問題が発生する。

- ・検出部とターゲット間の間隙が広がる。
- ・光が透過しにくい。
- ・ターゲット環境は変動する（ガス種等）。

【0013】従来の磁気軸受の適用対象は、主に超高速回転体であったが、磁気軸受技術の普及に伴い、今日では様々な分野への適用例が紹介されている。更に、非接触で支持でき、ロータ・ステータ間の隙間に、気体、液体などの形態で、様々な分子の存在を許容できる唯一の軸受として、注目されつつある。そのため、回転数の低い領域用への適用ニーズが増加している。

【0014】従来、回転数の低い回転体において、回転体を支持する軸受は、接触式の転がり軸受などが主体であり、磁性シールの普及により回転軸端を特殊空間から分離された空間に出す構造が主流である。そのため、高度に発達した、回転制御技術と回転センサ技術を大気空間（通常の室内空間）に飛び出したロータ端に対して、適用すればよく、また転がり軸受で支持されているので、軸の振れも小さい（数 μm ～数10 μm のオーダー）ので、適用し易いモデルであった。

【0015】従って、回転停止位置決め制御や、モータのベクトル制御なども容易にできた。この高度な制御には、単なる回転数のみではなく、「回転方向」、「回転角度位置」、「回転角速度」を必要とする。一般に回転センサは軸振れが限りなく零を前提条件に設計されているため、軸振れの大きい回転体の回転情報検出に適さない。

【0016】回転体を磁気軸受で支持する場合、磁気軸受採用の目的から、磁性体シールを利用して軸端を大気空間に出す構造とはしないので、回転体の回転情報の検出が困難であった。加えて、磁気軸受は通常の支持状態での回転軸振れと磁気軸受制御不能時の非常用軸受（通常は転がり軸受）で支持された場合の回転軸の軸振れがあり、最大振れ幅は数100 μm ～数mmオーダーである。そのため、その大きな軸振れ量と回転情報との分離が必要になる。そして、上述したキャン構造化する要求が加わるので、技術的課題はさらに大きくなる。

【0017】このような中で、例えば、特公平7-43265号公報に記載されている回転角センサが開発されている。この回転角センサは、上述した大きな軸振れを許容し、且つ適用回転数が広いので、市販の演算回路を使用することで、通常のエンコーダ信号と等価な信号を出力できるから、従来の制御技術が適用できるとしている。しかしながら、回転軸に偏芯した円形ターゲットを備え、偏芯量よりも、軸の最大振れ量が小さい必要があること、耐蝕性等の耐環境性能は考慮されていない等の問題がある。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、最大軸振れが大きく、回転体の回転情報検出に優れ、且つ耐蝕性、低発塵性、長寿命、信頼性に優れた回転検出装置を提供することを目的とする。また、回転数のみではなく、回転方向、回転角度位置、回転速度検出が可能で、ロータ側ターゲット材に磁性材、非磁性材どちらも使用可能な回転検出装置を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため請求項1に記載の発明は、回転体の回転を非接触で検出する回転検出器と、該回転体の軸振れを非接触で検出する軸振れ検出器を具備し、回転検出器からの回転検出信号と軸振れ検出器からの軸振れ検出信号とを処理し、該回転検出信号の信号成分から軸振れ成分を除去する信号処理手段を設けたことを特徴とする。

【0020】上記のように回転検出器と軸振れ検出器に非接触式の検出器を用い、信号処理手段で回転検出信号と軸振れ検出信号とを処理し、該回転検出信号の信号成分から軸振れ成分を除去するので、磁気軸受で支持された回転体のように、最大軸振れ量の大きい回転体の回転（回転数、回転方向、回転角度位置、回転角速度）を精度よく検出できる。

【0021】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の回転検出装置において、回転体は磁気軸受で支持されており、軸振れ検出器に磁気軸受のラジアル変位センサを使用することを特徴とする。

【0022】また、請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の回転検出装置において、回転検出器の回

転検出原理は渦電流式変位センサの検出原理と同じであり、該回転検出器の回転検出用ターゲットの対向面に不導電体隔壁を設けたことを特徴とする。

【0023】また、請求項4に記載の発明は、請求項2又は3に記載の回転検出装置において、回転検出器はA相信号を検出するA相検出器とB相信号を検出するB相検出器とを具備し、A相検出器を磁気軸受のラジアル磁気軸受のX軸と同位相に配置し、B相検出器を該X軸から90度位相角のずれたY軸と同位相に配置し、回転検出ターゲットのスリット形状がA相信号と該A相信号に対して90度位相のずれたB相信号が検出可能な形状であることを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態例を図面に基いて説明する。図1は本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図である。図1において、1は磁気軸受（図示せず）で浮上支持された回転体（ロータ）であり、該回転体1の表面には回転検出用ターゲット3と軸振れ（ラジアル振れ）検出用ターゲット7が固着されている。回転体1の外周に所定の間隙を設けてステータ2が対向して配置され、該ステータ2には前記回転検出用ターゲット3に対向して回転検出器4が、軸振れ検出用ターゲット7に対向して軸振れ検出器8が取り付けられている。なお、回転体は矢印C方向に回転する。

【0025】回転検出器4はキャップ状の隔壁5に覆われ、軸振れ検出器8もキャップ状の隔壁5で覆われている。隔壁5は不導電体セラミック（酸化アルミナ、酸化珪素等）材で構成される。回転検出器4の出力はアンプ6で増幅され、演算器11に入力され、軸振れ検出器8の出力はアンプ10で増幅され、演算器11に入力される。演算器11では、回転検出器4からの回転検出信号の信号成分から、軸振れ検出器8からの軸振れ成分を除去し、軸振れ成分が除去された回転検出信号SRを得る。

【0026】回転検出器4及び軸振れ検出器8には渦電流式変位センサを用い、回転検出用ターゲット3及び軸振れ検出用ターゲット7の材料には導電体材（磁性体、非磁性体を問わない）を用いる。また、回転検出用ターゲット3には凹凸状スリット加工を施している。

【0027】図2は本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図である。本回転検出装置はステータ2の回転体1との対向面には円筒状（板状）の隔壁9が設けられている。ステータ2の所定位置にはラジアル磁気軸受のラジアル電磁石13とラジアル変位センサ15が配置されている。回転体1の外周部のラジアル電磁石13と対向する位置にはラジアル電磁石ターゲット12が、ラジアル変位センサ15と対向する位置にはラジアルセンサターゲット14がそれぞれ固着されている。隔壁9の材料としてはSUS316Lなどのオーステナイト系のステンレス鋼やPEEKを用いている。

【0028】ラジアル変位センサ15及び回転検出器4はインダクタンス式のセンサである。ラジアル変位センサ15の出力はアンプ16で増幅され、磁気軸受制御部18に供給され、該磁気軸受制御部18はパワーアンプ17を介してラジアル電磁石13の励磁コイル13aに制御励磁電流を供給し、ラジアル電磁石13の磁力を制御し、回転体1を所定位置に浮上制御する。

【0029】一方、アンプ16で増幅されたラジアル変位センサ15の出力は演算器11にも入力され、該演算器11で回転検出器4からの回転検出信号の信号成分から、ラジアル変位センサ15で検出した軸振れ成分を除去し、軸振れ成分の除去された回転検出信号SRを得る。即ち、本回転検出装置は、図1の回転検出装置の軸振れ検出器8に替え、ラジアル磁気軸受のラジアル変位センサ15を用い、回転検出器4からの回転検出信号の信号成分から、ラジアル変位センサ15からの軸振れ成分を除去し、軸振れ成分を除去した回転検出信号SRを得ている。

【0030】図3は回転検出器4とラジアル変位センサ15（図示せず）が同位相角の場合の回転検出用ターゲット3と回転検出器4の配置状態を示す図で、図3（a）は回転検出用ターゲット3に対する回転検出器の配置状態を、図3（b）はその展開状態をそれぞれ示す。回転検出器4はA相信号を検出するA相検出器4-1とB相信号を検出するB相検出器4-2を具備し、A相検出器4-1をラジアル磁気軸受のX軸と同位相に配置し、B相検出器4-2を該X軸から90度位相角のずれたY軸と同位相に配置している。なお、図示は省力するがラジアル変位センサ15もX軸とY軸にそれぞれ変位センサが配置されている。

【0031】回転検出用ターゲット3のピッチP、直径（く形歯の場合には回転検出用ターゲットの外径、インボリュート歯形では基準ピッチ円直径）をDとすると、B相検出器4-2をA相検出器4-1から $\pi D/4 = (P/2)(n+0.5)$ だけずれた位置（図3（b）のa、bいずれの位置でもよい）に配置する（但し、nは整数）。これによりA相検出器4-1でA相信号が検出でき、B相検出器4-2で該A相信号に対して90度位相のずれたB相信号が検出可能になる。上記のように、ラジアル変位センサ15もA、B相検出器4-1、4-2と同位相に配置されているから、軸振れを検出できる。

【0032】図4は回転検出器4とラジアル変位センサ15が同位相角にない場合の回転検出用ターゲット3と回転検出器4の配置状態を示す図、図5は軸振れ成分を除去した回転検出信号を得る処理回路の構成を示す図である。回転検出器4がX軸から図4に示すように θ 度位相角がずれて配置されていた場合、この角度 θ は回転検出器4が固定であるから既知である。回転体1にX軸方向の軸振れ Δx とY軸方向の軸振れ Δy が発生したとき回

回転検出器4の位相角 θ での軸振れ ΔF は、(但し、 r は回転検出用ターゲット3の半径)

$$\Delta r = (\Delta x / \cos \theta) + (\Delta y / \sin \theta)$$

である。

【0033】ラジアル変位センサ15のX軸方向変位信号(X軸方向の軸振れ) Δx とY軸方向変位信号(Y軸方向の軸振れ) Δy を、図5の $1/\cos \theta$ の演算を行う演算回路31と $1/\sin \theta$ の演算を行う演算回路32に入力し、それぞれの出力信号を加算器33で加算し、この加算信号を演算器11で回転検出器4の回転検出信号から除去することにより、軸振れ成分を除去した回転検出信号SRが得られる。

【0034】図6は本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図で、MRセンサを利用した場合を示す。図6

(a)は縦断面図、図6(b)は(a)のA-A断面、図6(c)は(a)のB-B断面である。図示するように、回転検出器4は定常磁界磁石21と、2個の直列に接続されたMRセンサ素子20、20とからなり、軸振れ検出器8は定常磁界磁石21と、直列に接続されたMRセンサ素子20と抵抗器22とからなる。そして回転検出器4と軸振れ検出器8の回転検出用ターゲット3と軸振れ検出用ターゲット7に対向する面にはセラミック(酸化アルミナ、酸化珪素等)材、又はSUS316Lなどのオーステナイト系のステンレス鋼、又はPEEK材からなる隔壁5が設けられている。

【0035】回転検出器4のMRセンサ素子20と20の直列回路には+5Vの直流電圧が印加され、軸振れ検出器8のMRセンサ素子20と抵抗器22の直列回路には+5Vの直流電圧が印加されている。回転検出器4のMRセンサ素子20とMRセンサ素子20の接続点から得られる回転検出信号をアンプ6に入力すると共に、軸振れ検出器8のMRセンサ素子20と抵抗器22の接続点から得られる軸振れ検出信号をアンプ10に入力する。そして演算器11でアンプ6からの回転検出信号より、アンプ10からの軸振れ信号を除去し、軸振れ成分のない回転検出信号SRを得る。

【0036】図7は本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図で、MRセンサを利用した場合を示す。図7

(a)は縦断面図、図7(b)は(a)のA-A断面、図7(c)は(a)のB-B断面である。図7の回転検出装置が図6の回転検出装置と異なる点は、回転検出器4のMRセンサ素子20、20と軸振れ検出器8のMRセンサ素子20と抵抗器22で直流ブリッジ回路(印加電圧DC+5V)を組み、回転検出器4のMRセンサ素子20と20の接続点から得られる回転検出信号と軸振れ検出器8のMRセンサ素子20と抵抗器の接続点から得られる軸振れ検出信号を演算器11に入力し、該演算器11で回転検出信号から軸振れ成分を除去した軸振れ信号のない回転検出信号SRを得、この信号を波形整形器23で波形整形する。

【0037】図8は本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図で、MRセンサを利用した場合を示す。図8

(a)は縦断面図、図8(b)は回転検出器4と軸振れ検出器8と回転検出用ターゲット3と軸振れ検出用ターゲット7の側面展開図、図8(c)は回転検出用ターゲット3と軸振れ検出用ターゲット7と回転検出器4の断面展開図である。図示するように、回転検出器4は定常磁界磁石21と直列に接続された2個のMRセンサ素子20、20とからなり、軸振れ検出器8は定常磁界磁石21と直列に接続された2個のMRセンサ素子20、20とからなる。

【0038】そして軸振れ検出器8はその2個のMRセンサ素子20、20が回転体1の軸方向に並んで配置され、回転検出器4の2個のMRセンサ素子20、20は回転体1の軸方向に直交するように配置されている。そして回転検出器4と軸振れ検出器8の回転検出用ターゲット3と軸振れ検出用ターゲット7に対向する面にはセラミック(酸化アルミナ、酸化珪素等)材、又はSUS316L等のオーステナイト系のステンレス鋼、又はPEEK材からなる隔壁9が設けられている。

【0039】そして図9に示すように、回転検出器4のMRセンサ素子20とMRセンサ素子20と軸振れ検出器8のMRセンサ素子20とMRセンサ素子20とで直流ブリッジ回路(印加電圧DC+5V)を構成している。回転検出器4のMRセンサ素子20とMRセンサ素子20の接続点から得られる回転検出信号と、軸振れ検出器8のMRセンサ素子20とMRセンサ素子20の接続点から得られる軸振れ検出信号を演算器11に入力し、該演算器11で回転検出信号から軸振れ成分を除去し、軸振れ成分のない回転検出信号SRを得、該回転検出信号SRを波形整形器23で波形整形している。

【0040】図10は本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図で、インダクタンس式センサを利用した場合を示す。図10(a)は縦断面図、図10(b)は

(a)のA-A断面、図10(c)は(a)のB-B断面である。回転検出器4は回転検出コイル24と回転検出コイル用ヨーク25とからなり、軸振れ検出器8は軸振れ検出コイル26と軸振れ検出コイル用ヨーク27とからなる。回転検出器4と軸振れ検出器8の回転検出用ターゲット3と軸振れ検出用ターゲット7に対向する面にはセラミック(酸化アルミナ、酸化珪素等)材、又はSUS316L等のオーステナイト系のステンレス鋼、又はPEEK材からなる隔壁9が設けられている。

【0041】回転検出器4の回転検出コイル24の出力をアンプ6に入力すると共に、軸振れ検出器8の軸振れ検出コイル26の出力をアンプ10に入力し、それぞれ増幅した回転検出信号と軸振れ検出信号を演算器11に入力し、該演算器11で回転検出信号から軸振れ成分を除去し、軸振れ成分のない回転検出信号SRを得る。

【0042】図11は本発明に係る回転検出装置の構成

例を示す図で、インダクタンス式センサを利用した場合を示す。図11(a)は縦断面図、図11(b)は(a)のA-A断面、図11(c)は(a)のB-B断面である。図11の回転検出装置が図10の回転検出装置と異なる点は、回転検出器4の回転検出コイル24と軸振れ検出器8の軸振れ検出コイル26と抵抗器22、22で交流ブリッジ回路(キャリア信号CSの周波数10kHz~50kHz)を組み、その出力をセンサアンプ(波形整形機能も有する)28に入力して軸振れ成分を除去した回転検出信号SRを得ている点である。即ち、回転検出コイル24、軸振れ検出コイル26、抵抗器22、22で交流ブリッジ回路構成することにより、図10のアンプ6、アンプ10及び演算器11の機能を達成させている。

【0043】図12は本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図で、インダクタンス式センサを利用した場合を示す。図12(a)は縦断面図、図12(b)は(a)のA-A断面である。本回転検出器4はインダクタンス式の検出器で回転体1の軸方向に3個の磁極と該軸方向に直交する方向に2個の磁極を有する回転検出コイル用ヨーク25を具備し、その軸方向中央の磁極にそれぞれ回転検出コイル24を巻装した構成である。

【0044】回転検出器4を回転検出用ターゲット3との所定の間隔を設けて対向して配置し、回転検出コイル24と24及び抵抗器22と22で交流ブリッジ回路(キャリア信号CSの周波数10kHz~50kHz)を構成し、その出力を波形整形回路23に入力し、軸振れ成分を除去した回転検出信号SRを得ている。ここで、回転検出用ターゲット3のスリットのピッチ幅 $\alpha 1$ と回転検出コイル用ヨーク25の回転体1の軸方向に直交する方向に配置された磁極25-1の中心線と磁極25-2の中心線の間隔 $\alpha 2$ は、 $\alpha 1 = \alpha 2$ とする。

【0045】図13は本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図で、インダクタンス式センサを利用した場合を示す。図13(a)は縦断面図、図13(b)は回転検出器4と軸振れ検出器8と回転検出用ターゲット3と軸振れ検出用ターゲット7の側面展開図、図13(c)は回転検出用ターゲット3と軸振れ検出用ターゲット7と回転検出器4の断面展開図である。図示するように、軸振れ検出器8は回転体1の軸方向に配置され、回転検出器4は回転体1の軸方向に直行するように配置されている。そして回転検出器4と軸振れ検出器8の回転検出用ターゲット3と軸振れ検出用ターゲット7に対向する面にはセラミック(酸化アルミナ、酸化ケイ素等)材、又はSUS316L等のオーステナイト系のステンレス鋼、又はPEEK材からなる隔壁9が設けられている。

【0046】そして図14に示すように、回転検出器4の回転検出コイル24、24と軸振れ検出器8の軸振れ検出コイル26、26で交流ブリッジ回路(キャリア信号CS:一定振幅電圧の周波数10kHz~50kHz

z)を構成し、その出力をセンサアンプ(波形整形機能も有する)28に入力して軸振れ成分を除去した回転検出信号SRを得ている。

【0047】上記実施形態例において、回転検出用ターゲット3は凹凸状のスリットを設けているが、回転検出用ターゲットとしては、表面が滑らかで、磁性材に分布着磁し、凹凸状のスリットと等価にしたものを使用してもよい。特にMRセンサ素子を利用した検出器では、MRセンサ素子側に定常磁界用の永久磁石を備える必要がなくなるので、検出器が非常に薄く構成できる利点がある。この着磁されたターゲットを渦電流式検出器やインダクタンス式検出に適用してもよく、ターゲット表面が滑らかにできる点が、内部生成物の溜り部を無くする意味で有利である。

【0048】また、MRセンサ素子を用いた検出器、インダクタンス式検出器では、ターゲットを磁性材にする必要があるが、渦電流式検出器では電導体であればよく、磁性、非磁性を問わないので、適用範囲が広い。

【0049】

【発明の効果】以上、説明したように各請求項に記載の発明によれば、回転体の回転を非接触で検出する回転検出器と、該回転体の軸振れを非接触で検出する軸振れ検出器を具備し、回転検出信号の信号成分から軸振れ成分を除去する信号処理手段を設けたので、下記のような優れた効果が期待できる。

【0050】磁気軸受に支持された回転体のように、最大軸振れ量の大きい回転体も検出対象とすることができ、回転数のみではなく、回転方向、回転角度位置、回転角速度も検出でき、更に耐蝕性、低発塵性、長寿命、信頼性向上を達成できる回転検出装置を提供できる。

【0051】上記効果が期待できることから、磁気軸受で支持された回転体の非接触位置決め、回転速度精度の向上、加減速時間の短縮運転等、ユーザーニーズを満足する製品を提供するのに有効な回転検出装置となる。特に、半導体製造装置には好適となる。

【0052】また、通常非接触で回転を検出する回転検出器に磁気軸受に備わっている変位センサを利用して本発明に係る回転検出装置を構成すれば、なお、低コストで回転検出装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図である。

【図2】本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図である。

【図3】図2に示す回転検出装置の回転検出用ターゲットと回転検出器の配置状態例を示す図である。

【図4】図2に示す回転検出装置の回転検出用ターゲットと回転検出器の配置状態例を示す図である。

【図5】図4に示す配置状態の回転検出信号から軸振れ成分を除去する処理回路の構成を示す図である。

【図6】本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図である。

【図7】本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図である。

【図8】本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図である。

【図9】図8に示す回転検出装置の回転検出信号から軸振れ成分を除去する処理回路の構成を示す図である。

【図10】本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図である。

【図11】本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図である。

【図12】本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図である。

【図13】本発明に係る回転検出装置の構成例を示す図である。

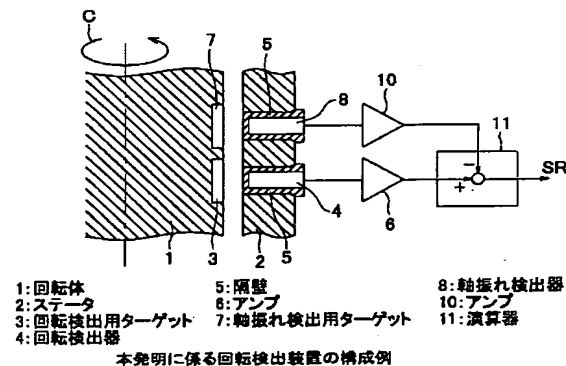
【図14】図13に示す回転検出装置の回転検出信号から軸振れ成分を除去する処理回路の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 回転体
- 2 ステータ
- 3 回転検出用ターゲット
- 4 回転検出器

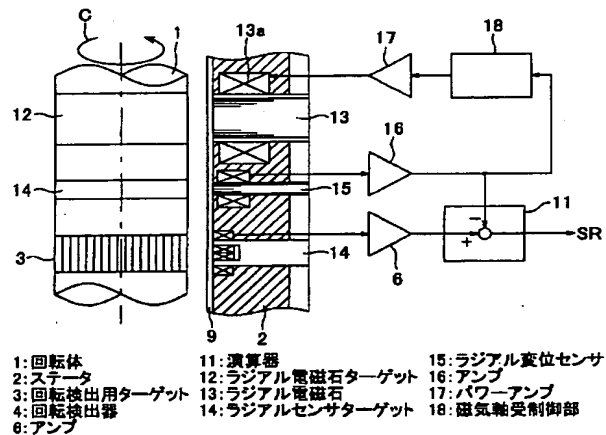
- 5 隔壁
- 6 アンプ
- 7 軸振れ検出用ターゲット
- 8 軸振れ検出器
- 9 隔壁
- 10 アンプ
- 11 演算器
- 12 ラジアル電磁石ターゲット
- 13 ラジアル電磁石
- 14 ラジアルセンサターゲット
- 15 ラジアル変位センサ
- 16 アンプ
- 17 パワーアンプ
- 18 磁気軸受制御部
- 20 MRセンサ素子
- 21 定常磁界磁石
- 22 抵抗器
- 23 波形整形器
- 24 回転検出コイル
- 25 回転検出コイル用ヨーク
- 26 軸振れ検出コイル
- 27 軸振れ検出コイル用ヨーク
- 28 センサアンプ

【図1】



本発明に係る回転検出装置の構成例

【図2】



本発明に係る回転検出装置の構成例

【図3】

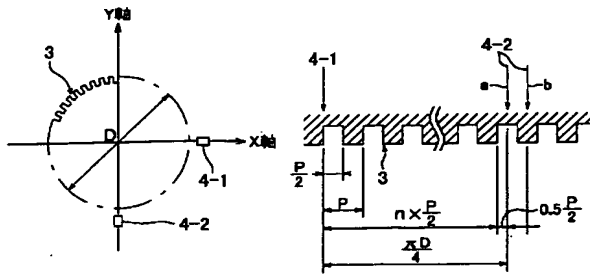


図2に示す回転検出装置の回転検出用ターゲットと回転検出器の配置状態例

【図4】

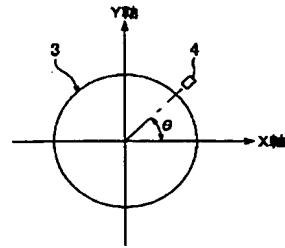


図2に示す回転検出装置の回転検出用ターゲットと回転検出器の配置状態例

【図5】

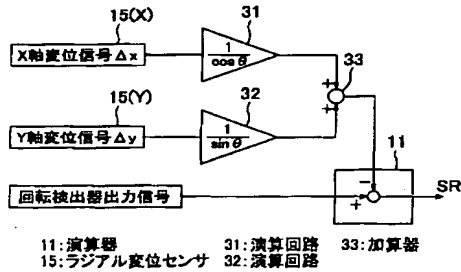
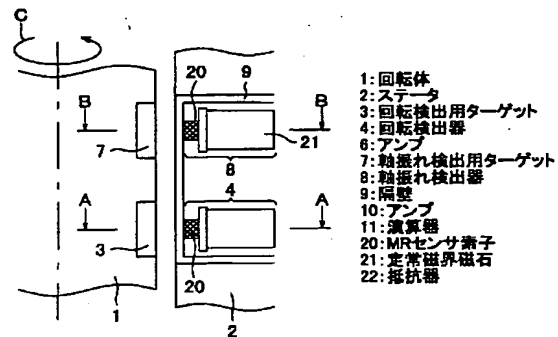
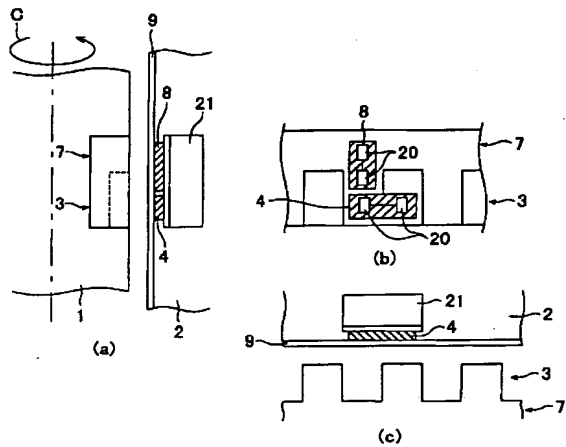


図4に示す配置状態の回転検出信号から軸変位成分を除去する処理回路の構成

【図6】

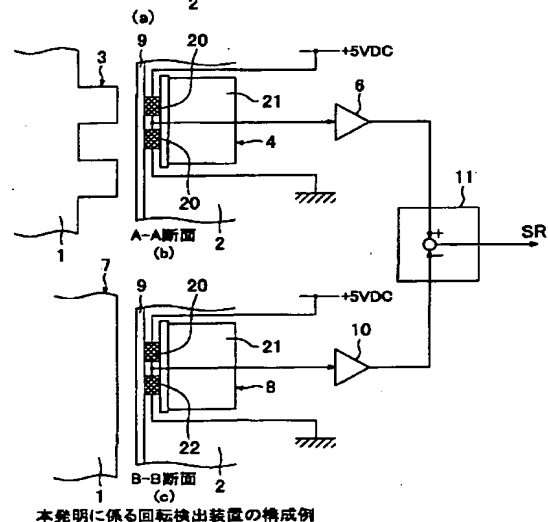


【図8】



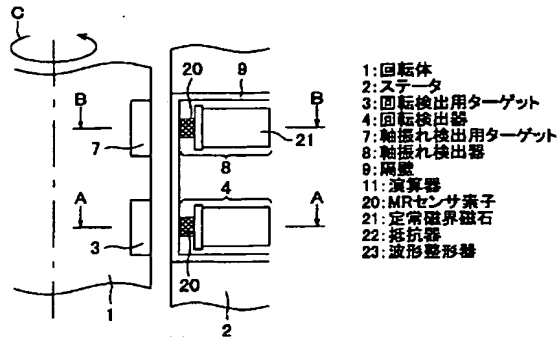
1: 回転体
2: ステータ
3: 回転検出用ターゲット
4: 回転検出器
7: 軸変位検出用ターゲット
8: 軸変位検出器
9: 隔壁
20: MRセンサ素子
21: 定常磁界磁石

本発明に係る回転検出装置の構成例

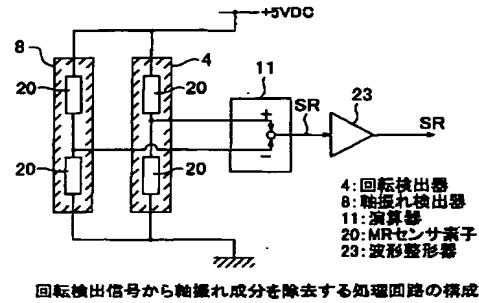


本発明に係る回転検出装置の構成例

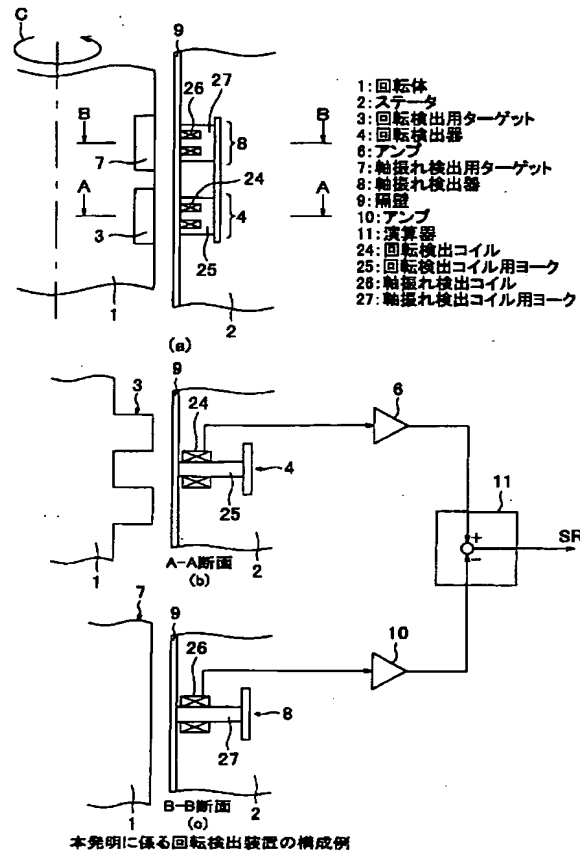
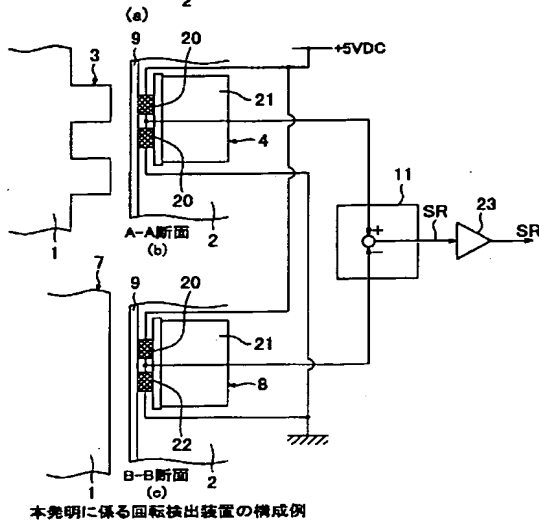
【図7】



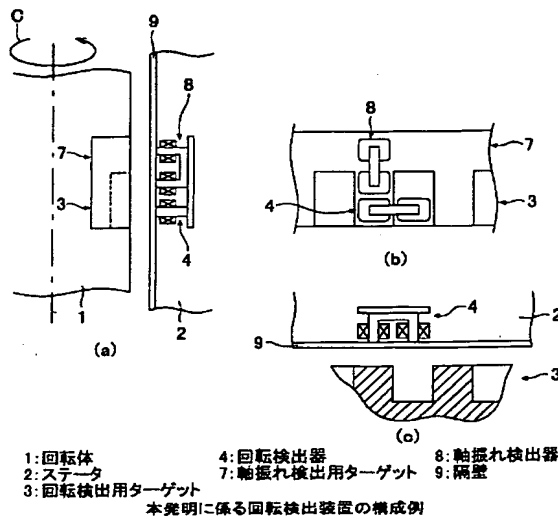
【図9】



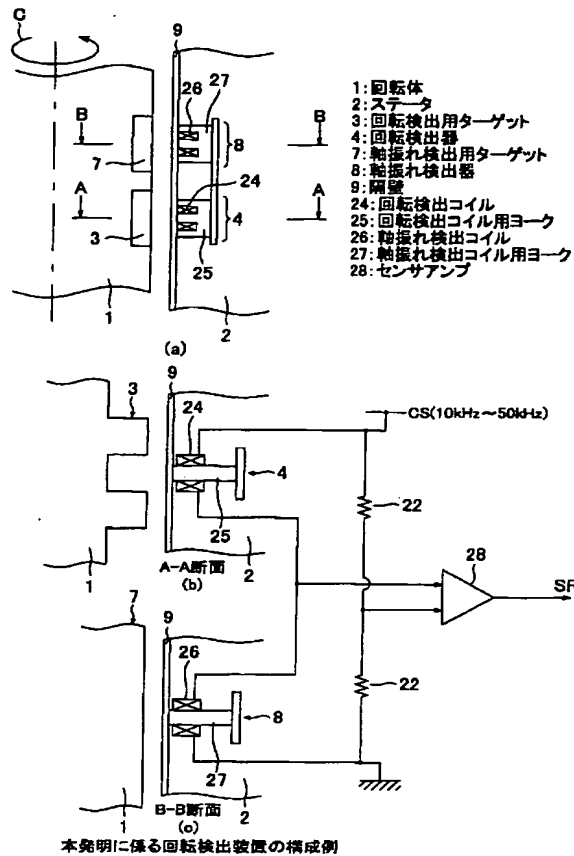
【図10】



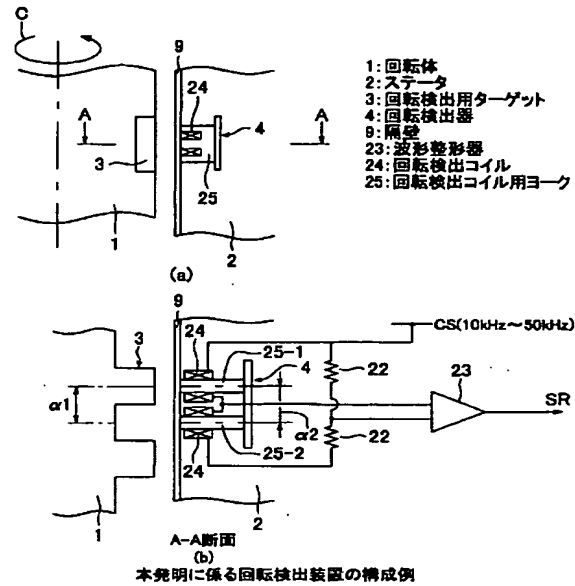
【図13】



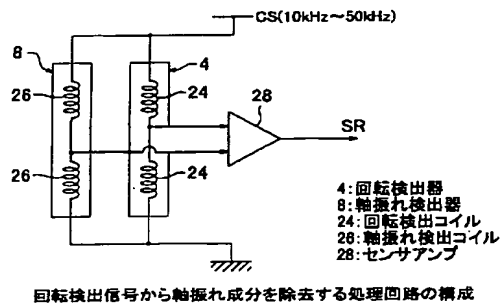
【図11】



【図12】



【図14】



回転検出信号から軸振れ成分を除去する処理回路の構成

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F063 AA10 AA35 AA37 BA03 BB03
BC04 BD11 BD16 CA10 CA30
CA31 DA01 DA05 DD06 DD07
DD08 EA03 GA03 GA08 GA52
2F077 AA30 AA41 AA42 AA47 FF03
FF31 JJ09 JJ21 JJ23 NN04
NN06 NN17 NN21 PP06 PP14
PP21 QQ05 QQ13 TT16 TT52
UU25 VV02 VV03 VV04 VV11
VV31
3J102 AA01 BA03 BA17 CA12 DB01
DB05 DB08 DB10 DB38
5H607 CC07 GG17 HH01 HH03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.